

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **60151603 A**

(43) Date of publication of application: 09 . 08 . 85

(51) Int. Cl

**G02B 3/14**

(21) Application number: **59007774**

(22) Date of filing: 18 . 01 . 84

(71) Applicant: **CANON INC**

(72) Inventor:  
**BABA TAKESHI**  
**IMATAKI HIROYUKI**  
**SERIZAWA TAKASHI**  
**NOSE HIROYASU**  
**USUI MASAYUKI**

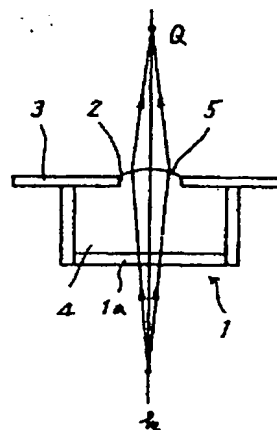
(54) OPTICAL ELEMENT

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable a considerable change of the focal length by a simple structure by projecting or sinking an elastic body so as to deform the optical surface.

CONSTITUTION: A container 1 is packed with an elastic body 4, and a member 3 having an opening 2 is placed on the elastic body 4. When pressure is applied to the elastic body 4, the elastic body 4 projects from the opening 2. Since pressure is applied to the elastic body 4 even in an ordinary state, the surface 5 of the elastic body 4 in the opening 2 is provided with a gently convex shape to form an optical surface. The bottom plate 1a is made of a piezoelectric element, and the convex shape of the optical surface can be changed by applying voltage to the plate 1a so as to deform it.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio



**This Page Blank (uspto)**

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭60-151603

⑬ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)8月9日

G 02 B 3/14

7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 光学素子

⑯ 特 願 昭59-7774

⑰ 出 願 昭59(1984)1月18日

⑱ 発 明 者	馬 場 健	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	今 滝 寛之	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	芹 沢 高	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	能 瀬 博康	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑱ 発 明 者	臼 井 正幸	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	キャノン株式会社内
⑲ 出 願 人	キャノン株式会社	東京都大田区下丸子3丁目30番2号	
⑳ 代 理 人	弁理士 丸島 鉄一		

## 明 細 書

## 1 発明の名称 光学素子

## 2 特許請求の範囲

弾性体および該弾性体を突出又は沈降させて光学表面を变形できる開口を有する開口部材からなり、前記開口部材の位置を自由に変更できるようにして、前記光学表面の焦点距離と光軸の位置を任意に変えることができる構成にしたことを特徴とする光学素子。

## 3 発明の詳細な説明

本発明はカメラ、ビデオ等の光学機器や光通信、レーザーディスクをはじめとするエレクトロニクス機器に用いられる光学素子に関し、特に光学表面形状を変化させることにより、焦点距離及び光軸の方向あるいは位置を変化せしめるような光学素子に関する。

従来、可変焦点レンズとしては、特開昭55-34857に見られる様な弾性体の容腔に液体をつめその液圧でその形状を変化せしめるものや、特開昭56-110403、特開昭58

-85415のように圧電体を使用したものが提案されている。

しかし、前者の所謂、液体レンズは、液溜めや加圧装置などが必要で素子のコンパクト化に問題があり、後者は、その可変電があまり大きくとれない欠点を有する。

また、従来の光学素子を用いて、焦点距離が可変でしかも光軸の位置が変えられる装置を製作しようとする、装置全体が複雑で大型化し、このためコスト高となる等の欠点があつた。

本発明は、上記の事情に鑑みてなされたもので、簡単な構成で焦点距離の変化量が大きく、しかも光軸の位置を変えられる光学素子を提供することを目的とするものである。

本発明の光学素子は、弾性体および該弾性体を突出又は沈降させて光学表面を变形できる開口を有する開口部材からなり、前記開口部材の位置を自由に<sup>可変</sup>変更できるようにして、前記光学表面の焦点距離と光軸の位置を任意に変えることができる構成にしたことを特徴とするもので

ある。

すなわち、本発明による光学素子は、塊状の弾性体自体を部材の開口から凸状に突出又は凹状に沈降させることによつて、その開口で弾性体が形成する光学表面を變形し、その曲率を変化させることにより所望の焦点距離を得、かつ開口の方向あるいは位置を変化させることによつて、光学表面の光軸の方向あるいは位置を可変としたものである。

本発明に用いる弾性体としては物体に力を加えると変形を起し、加えた力があまり大きくない限り（弾性限界内で）、力を取り去ると変形も元にもどる性質（弾性）を有するものを用いることができる。

通常の固体では、その弾性限界内での最大ひずみ（限界ひずみ）は1%程度である。また、加硫された弾性ゴムでは、弾性限界が非常に大きくその限界ひずみは1000%近くになる。

本発明による光学素子においては、形成しようとする光学素子の特性に応じた弾性率のもの

が適宜使用されるが、一般に大きい弾性変形を容易に得るため、或いは変形後の状態が光学的により均質になるようにするため弾性率が小さいものが好ましい。

なお、弾性率( $E$ )は $E = \sigma / \epsilon$  ( $\sigma$  = 応力、 $\epsilon$  = 弾性ひずみ)として表わされる。また、小さい応力で大変形を生じるような弾性は高弾性またはゴム弾性と呼ばれ、従つて本発明では特にこの種の弾性体が好ましく利用できることになる。

このようなゴム弾性体としては一般に“ゴム”と知られている天然ゴム、例えばスチレンブタジエンゴム (SBR)、ブタジエンゴム (BR)、イソプレゴム (IR)、エチレンプロピレングム (EPM, EPDM)、ブチルゴム (IIR)、クロロプレングム (CR) アクリロニトリル-ブタジエンゴム (NBR)、ウレタンゴム (U)、シリコンゴム (SI)、ふつ素ゴム (FPM)、多硫化ゴム (T)、ポリエーテルゴム (POR, OHR, ORO) などの合成ゴムを挙げることができる。これらはいずれも室温でゴム状態を示す。しかし、一般に高分子

物質は分子のブラウン運動の程度によつて、ガラス状態、ゴム状態又は熔融状態のいずれかをとり、従つて、光学素子の使用温度においてゴム状態を示す高分子物質は広く本発明の弾性体として利用できる。ゴム状態における弾性率は、主にその弾性体を構成している高分子鎖の架橋状態によつて決定され、従つて、例えば、天然ゴムにおける加硫は弾性率を決める処置に他ならない。

本発明では使用する弾性体としては、小さい応力で大きな変形を得る事が望ましく、その為の架橋状態の調整は重要である。

しかしながら、弾性率の減少（小さい応力で大きな変形を示すようになる傾向）は、他方で強度の低下を招くため、形成しようとする光学素子の目的に応じた強度を保てるように、使用する弾性体を適宜選択することが必要である。又、その弾性率の測定も、光学素子の使用形態による応力の種類に応じて、例えば、引張り、曲げ、圧縮などの方法から選んで行われる。

本発明に用いる弾性体としては、通常の固体での弾性率  $10^{11} \sim 10^{13} \text{ dyne/cm}^2$  よりも小さく、ゴム弾性体の  $10^8 \text{ dyne/cm}^2$  以下が適当で、好ましくは  $10^6 \text{ dyne/cm}^2$  以下、特に好ましくは  $5 \times 10^5 \text{ dyne/cm}^2$  以下であり、下限は弾性体が光学素子を構成する場合に、通常の液体とは異なり、こぼれない性状の弾性体であれば小さい程好ましい。なお、光学素子は、多くの場合室温で用いられるが、特に高温又は低温で用いられる場合もあるので、上記の弾性率の範囲は光学素子の使用温度におけるものである。

弾性体の硬さ、軟さはある程度その弾性に依存する。JIS K6301 では試料表面にスプリングにより微小なひずみを与え、その針入度によりゴムの硬質を評価する方法が規定されており、簡便に知ることが出来る。

しかしながら、弾性率が  $10^8 \text{ dyne/cm}^2$  以下と低い場合には上記の方法では、測定が出来ずその場合には JIS K2808 による 1/4 インチマイクロ硬度計を用いてその針入度で評価する。

又、弾性率が小さい場合、その測定方法として“引張り-伸び”では測定が困難なので圧縮(5%変形)によりその値を求め、先の針入度との対応を求めることができる。

ゴム弾性体は従来知られている加硫(橋かけ)によるものの他にエチレン-酢酸ビニル共重合体やA-B-A型ブタジエン-スチレンブロック共重合体などのように加硫を必要としないもの、又鎖状高分子などを適当(橋かけ点間の分子鎖長を制御)にゲル化する事によつて得ることが出来る。

これらはいずれもその架橋状態、ブロック共重合体に於る分子の組合せ、ゲル状態などを調節しながらその弾性率の制御が行われる。

又、弾性体自身の構造により、その弾性体を制御する場合の他に希釈剤や充てん剤を加える事によつてもその特性を変化調節する事が可能である。

例えばシリコーンゴム(信越化学工業製; EB 104(商品名))と触媒(商品名; AT-104、

信越化学工業製)を加えた場合、その添加量の増大とともに硬さ、引張り強さは低下し、逆に伸びは増大する。

弾性体の開口部での光学表面を変形させる方法は、外力の他、上記材料を用いて熱膨張・収縮やゾル-ゲル変化などによる体積変化を利用することもできる。

開口板に設ける開口の形状は要求される光学効果によつて異なるが、一般的には円形に開口し焦点距離可変な凸、凹レンズを形成するのが一般的である。

又、矩形のスリット状に開口を設ける事により、シリンドリカルレンズ及びトーリックレンズを形成することができ、また多数の開口を設ける事によりアレイレンズを形成することもできる。

これら開口によつて形成される光学素子はその弾性体に加える外力又は弾性体の体積変化によつて、その形状を任意に変化させる事ができ、その程度はその効果を検出しながらフィードバ

ックしてコントロールする事が可能である。

弾性体に外力を与える手段は、従来知られている全体的な方法で行う事が可能であるが、その弾性体の変形を、光学効果を検出しながらフィードバック機構で行う事が望しく、この為には電磁石やステッピングモーター、圧電素子等の電気的な制御が可能で方法が好ましい。

以下、図面を参照して本発明の好適な実施例について説明する。

第1図は、本発明による光学素子の一例を示す断面図で、容器1内には弾性体4が充填されていて、弾性体4の上部には開口部材3が配置されている。開口部材3には開口2が形成されている。

この状態で弾性体4に圧力が加えられると、開口2から弾性体4が突出する。第1図に示す本発明の光学素子においては、平常状態でも弾性体4に圧力が加えられるようになっている。従つて、開口2内の弾性体の表面5(以下、開口内表面)はゆるい凸形状となり、光学表面を

形成する。

第1図に示す本発明の光学素子では、容器1の底板1aが圧電素子でできていて、底板1aに電圧を加えると、第2図に示すように底板1aは容器1内側に隆起して弾性体4に圧力を加える。すると、開口内表面5は第1図に示す形状よりも曲率半径の小さい凸形状となる。

その結果、本発明の光学素子は、第1図の場合よりも焦点距離が短くなる。図示例においては、底板1aによつて弾性体4に圧力が加えられるようになっているが、開口部材3あるいは容器1の側面によつて弾性体4に圧力を加えるように構成してもかまわない。

さて、本発明の光学素子では開口部材3を任意に移動させることができる。第3図に示す本発明の光学素子では、開口部材3の開口2が容器1の側面1b方向に移動している。従つて、本発明の光学素子の光軸は、開口部材3の移動とともに平行移動する。一方、開口内表面5の表面形状は、弾性体4にかかる圧力(張力)

を変化させない限りかわらない。

第1図～第3図においては、弾性体4として透明なものを用い、本発明による光学素子をレンズとして用いた。図中、点Pに点光源を置いた場合、第1図の状態においては、開口内表面5の弱い正の屈折力により、点Qに光束が結像する。しかし、第2図の状態においては、開口内表面5の強い屈折力により点Q'に、また第3図においては開口内表面5の平行移動により点Q''に結像位置がかわる。即ち第1図に示す本発明の光学素子は圧電素子の底板1aに印加する電圧と、開口3の位置により、結像位置を任意に変えることができ、本発明における光学素子は3次元光走査機能を有する。開口内表面5は屈折面としてばかりでなく、反射面として用いることもできる。

第4図は、本発明による光学素子の他の例を示すもので、開口9を有する開口部材7が球面形状をしている。このため、開口部材7は球面上を移動することになる。第4図に示す本発明

の光学素子では、容器8の底板8aが上下に移動可能に構成され、弾性体6には、底板8aによつて圧力(張力)が加えられる。

第4図は、底板8aに圧力を加えない状態を示したものである。第5図では開口9が左方に移動するとともに、底板8aが上昇して弾性体6に圧力が加えられている。従つて、開口内表面16は凸形状となり、光軸とは開口部材7の移動とともに回転する。第6図では、開口9が右方に移動するとともに、底板8aが下降して弾性体6に負圧が加えられている。従つて、開口内表面16は凹形状となり、光軸とは開口部材7の移動とともに回転する。

この例においては、第1図の例と異なり、開口部材7の移動によつておこる開口内表面16は、平行移動の偏芯と傾き傾芯の両方となる。

第7図は本発明による光学素子のさらに他の例を示すもので、開口17を有する開口部材10上に2つの永久磁石11,11'が配置されている。18は弾性体、19は平行平板ガラスの底板で

ある。底板19の下方には、2つの電磁石12,12'が配置されている。2つの電磁石12,12'の電流量を独立に制御することにより、電磁石12,12'と永久磁石11,11'の間に働く引力あるいは斥力を変化させ、開口内表面20の形状及び光軸の位置を自由に定めることができる。

第7図は電磁石12,12'に電流を流さない場合第8図は永久磁石11と電磁石12の間に強い引力、永久磁石11'と電磁石12'の間に弱い引力が働くよう電流を流した場合、第9図は永久磁石11と電磁石12の間に強い斥力、永久磁石11'と電磁石12'の間に弱い斥力が働くよう電流を流した場合を示す。

次に、本発明の光学素子を実際のレンズ系に使用した例を示す。

本発明の光学素子は、例えば光ディスクのピックアップ用対物レンズ系に使用することができる。第10図及び第11図は、本発明の光学素子を用いた光ディスクのピックアップ用対物レンズ系の構成例で、13は第7図に示した本

発明の光学素子、14は対物レンズ、15は光ディスクの記録面である。

図面左方より入射した平行レーザービームは、本発明の光学素子13、対物レンズ14によつて光ディスクの記録面15上に結像される。結像されたレーザービームは、その結像点に着きこまれている情報に従つて、偏光状態に変化を受けて反射される。反射されたレーザービームは入射時と同じ光路を逆行し、検出器によつてその偏光状態が検出され、情報が読み出される。

このような光学系においては、光ディスクの所定位置に、小さいスポットとしてレーザービームを集光する必要があり、振動や光ディスクの偏芯、面のうねり等の影響を除去しなければならない。このため、光ディスクのピックアップには自動調節機構すなわち記録面15が対物レンズ系の光軸方向に移動しても常に記録面15上にビームを結像する機構を、トラッキング機構すなわち記録面15が光軸に対して垂直方向に移動しても常に記録面15の同一円周上に

ビームを結像する機構が必要である。

このため、従来の光ディスクのピクアップでは対物レンズ全体を機械的に移動させたり、あるいはガルヴァノメータの光偏向等の手段を用いてこれらの機構を設けていたが、装置の小型化や応答速度の点に問題があつた。

しかし、第10図及び第11図に示すように、本発明の光学素子13を使用すれば、開口部材10を光軸 $\alpha$ 方向に移動させることによつて、対物レンズ系全体の焦点距離を変化させることができる。また、開口部材10の底板19に対する角度を変化させることによつて、プリズム作用でレーザービームを偏向させることができる。つまり、本発明の光学素子によれば、自動焦点調節機構とトラッキング機構を同時に得ることができる。

すなわち、記録面15上の特定の点Rが光軸 $\alpha$ 方向あるいは光軸 $\alpha$ に対して垂直方向に移動しても、本発明による光学素子13によりレーザービームは常に点Rに結像することができる。

するとともに光軸の向きを変化させた例を示す断面図、第7図は本発明による光学素子のさらに他の例を示す断面図、第8図は第7図に示す光学素子の開口内表面を凸形状にするとともに光軸の向きを変化させた例を示す断面図、第9図は第7図に示す光学素子の開口内表面を凹形状にするとともに光軸の向きを変化させた例を示す断面図、第10図及び第11図は第7図に示す本発明の光学素子を光ディスクのピクアップ用対物レンズ系に使用した例を示す断面図である。

1, 8 ..... 容器

2, 9, 17 ..... 開口

3, 7, 10 ..... 開口部材

4, 6, 18 ..... 弾性体

5, 16, 20 ..... 開口内表面

11, 11' ..... 永久磁石

12, 12' ..... 電磁石

13 ..... 光学素子

14 ..... 対物レンズ

本発明による光学素子の他の応用としては、レーザー加工機やレーザーメス等の集光レンズ等の種々の照明、投光光学系あるいは立体形状の読みとり装置等が考えられる。

本発明の光学素子は、以上説明したような非常に簡単な構成によつて、焦点距離を大きく変えることができるとともに、光軸の位置も自由に変更することができ大変有効である。このため、本発明の光学素子を用いれば光学装置全体がシンプルになり小型化することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光学素子の一例を示す断面図、第2図は第1図に示す光学素子で焦点距離を変化させた例を示す断面図、第3図は第2図に示す光学素子で光軸を平行移動させた例を示す断面図、第4図は本発明による光学素子の他の例を示す断面図、第5図は第4図に示す光学素子の開口内表面を凸形状にするとともに光軸の向きを変化させた例を示す断面図、第6図は第4図に示す光学素子の開口内表面を凹形状に

15 ..... 記録面

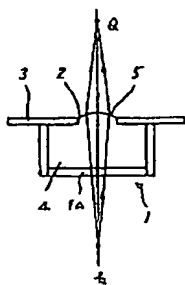
19 ..... 底板

出願人 キヤノン株式会社

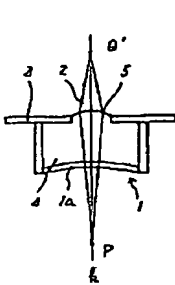
代理人 丸 島 嚴 一



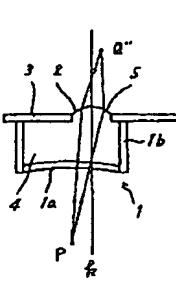
第1図



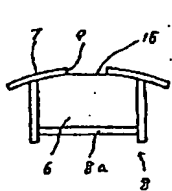
第2図



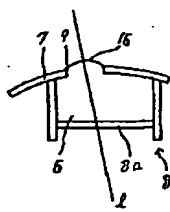
第3図



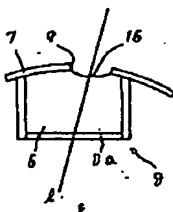
第4図



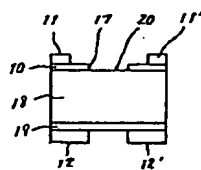
第5図



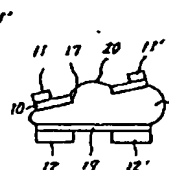
第6図



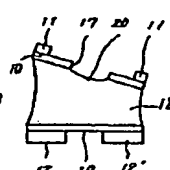
第7図



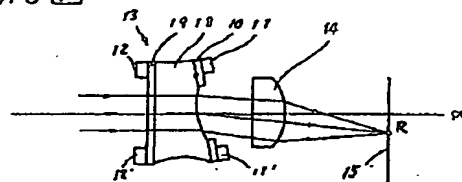
第8図



第9図



第10図



第11図

